

НЕОБЫЧАЙНОЕ ИЗВЕРЖЕНИЕ НА КАМЧАТКЕ

Г. С. Горшков

*Кандидат геолого-минералогических наук
Камчатская вулканологическая станция Академии наук СССР*



Извержения вулканов — одно из наиболее грозных и величественных явлений природы. Но особенно грозны и величественны взрывы тех вулканов, которые «просыпаются» после длительного, многовекового покоя. Одно из таких извержений произошло недавно на Камчатке.

Вулкан Безымянный до последнего времени был мало изучен и считался потухшим. Он расположен в самом центре знаменитой Ключевской группы вулканов. Его абсолютная высота до извержения составляла 3085 м, относительная — над уровнем фундамента — от 700 м на севере до 1200 м на юге. С севера к Безымянной сопке примыкает разрушенный конус вулкана Камень (4585 м), за ним возвышается Ключевская сопка (4750 м); с запада к вулкану Безымянному подходят отроги Дальней Плоской сопки (3944 м); к югу от вулкана расположен массив Зиминных сопок (3081 м), а к юго-западу — действующий вулкан Толбачик (3682 м).

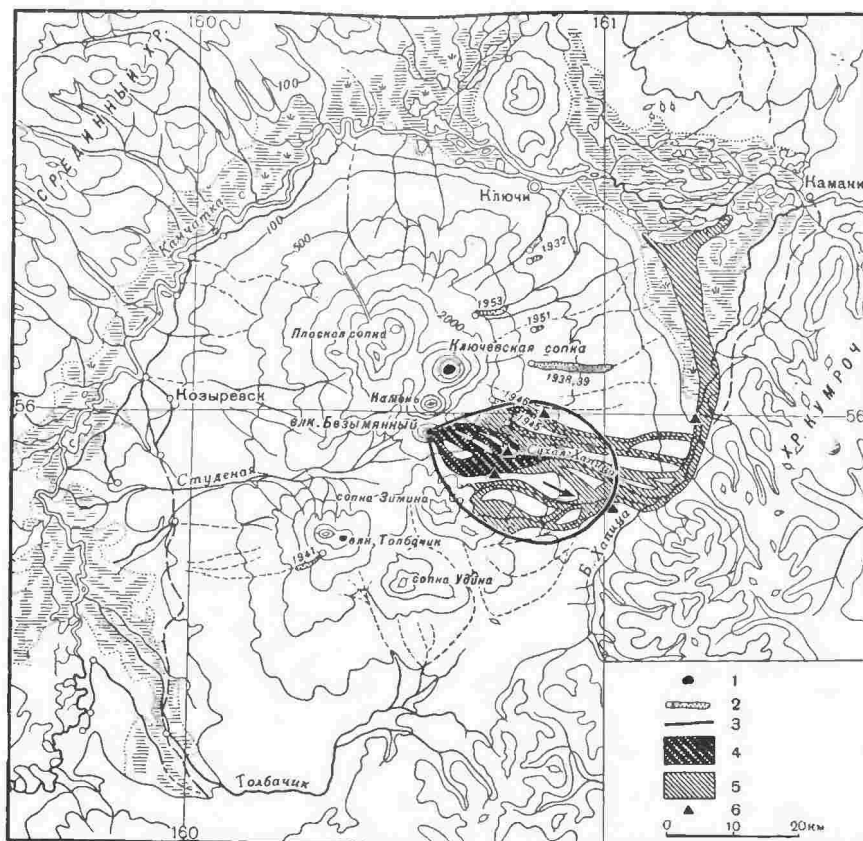
Извержению сопки Безымянной предшествовал рой вулканических землетрясений, начавшихся 29 сентября 1955 г. В первые дни происходили только единичные толчки, но затем число их стало увеличиваться. С 9 октября землетрясения насчитывались уже десятками, а затем и сотнями в сутки. Характер землетрясений позволил ожидать близкое извержение. Эпицентры

землетрясений ложились в район вулкана Безымянного, считавшегося потухшим, поэтому зарождалось сомнение, что извергаться будет именно этот вулкан; скорее можно было предположить, что в районе южного подножья Ключевского вулкана прорвется еще один новый побочный кратер. Однако в данном случае сейсмика предсказала пункт извержения совершенно точно.

Извержение началось около 6 ч. 30 м. утра 22 октября 1955 г. В это время из Ключей, где расположена Вулканологическая станция, за восточным склоном Ключевской сопки можно было видеть показавшиеся белые клубы эруптивного облака. Сразу же после первого взрыва началось выделение пепла.

От Ключей до сопки Безымянной расстояние по прямой линии к юго-юго-западу составляет всего 45 км, но отсюда, с севера, Безымянная скрыта за массивами сопки Ключевской и Камень. Наблюдения извержения необходимо было вести с востока из района р. Сухой Хапицы.

Конец октября — начало ноября — крайне неблагоприятное время для экспедиционных работ на Камчатке. В горах уже лежат глубокие снега, а внизу снега все еще нет; поэтому весьма трудно использовать как вьючный, так и собачий транспорт. В горных речках нет в это время воды. Положение усугублялось еще и тем, что



Схематическая карта Ключевской группы вулканов. 1 — действующие; 2 — побочные кратеры и годы их извержения; 3 — границы области, захваченной взрывом 30 марта 1956 г.; 4 — агломератовый поток; 5 — грязевые потоки; 6 — экспедиционные лагеря

выпавший пепел испортил и без того скудный поздней осенью подножный корм, и на помощь лошадей трудно было рассчитывать. Впервые в нашей практике камчатских экспедиций было решено использовать автомашины.

28 октября на двух автомашинах ГАЗ-63 с запасом воды, грузом экспедиционного снаряжения, с тремя нартами и 30-ю собаками мы выехали к вулкану. Мы намеревались доехать на автомашинах до границы снега, а затем использовать нарты. По мере приближения к вулкану слой пепла все увеличивался. В районе р. Голубельной, где мы свернули с просеки и углубились в лес, на земле и ветвях деревьев лежал слой пепла в 8—10 мм. Приходилось прорубать дорогу через лес, но каждая задетая ветка

осыпала тонкой каменной пудрой, удар топором по дереву вызывал падение целой лавины пепла. Машины, цепляясь за ветки, вызывали непрерывный пепловый ливень. Все вещи пропитались пылью, пепел скрипел на зубах, слепил глаза.

На ночевке в русле одной из сухих рек, примерно в 25 км от вулкана, мы слышали его слабый, глухой рокот. К утру 29 октября мы оказались в осевой части тучи пеплопада. Солнечный свет не в силах пробить тучу пепла; было темно, как ночью, только иногда откуда-то сбоку пробивалось слабое, мутное освещение. Пепел падал очень густо, напоминая сильный снегопад. Окружающую темноту не могли разогнать и фары автомобиля — их свет быстро терялся в массе падающих частиц пепла. Впереди машин двигались темные фигуры людей, которые бук-

вально ощупью отыскивали дорогу. Все это создавало мрачное впечатление, и не верилось, что где-то рядом может сиять яркое солнце.

Наконец, стена пеплопада осталась позади, и вскоре мы остановились у конца лавового потока Апахончич, образовавшегося в 1946 г. на юго-восточном склоне Ключевского вулкана. Наблюдательный пункт было решено поставить здесь, в 16 км от Безымянной, так как снег оказался покрытым двухсантиметровым слоем пепла, и дальше нарты двигаться не могли. К вечеру дымка пеплопада стала опускаться вниз, и ночью показалась вершина вулкана, над которой иногда вспыхивали молнии; изредка был слышен грохот.

Утром 30 октября открылась вершина

вулкана. Столб пепла вырывался из нового кратера, образовавшегося немного ниже вершины вулкана. Диаметр нового кратера не превышал 250 м. На высоту 600—700 м столб пепла поднимался почти вертикально, затем начинал отклоняться к северу, окутывая вершины соседних вулканов — Камня и Ключевского. Поверхность эруптивного облака имела типичный вид «цветной капусты».

В ночь с 6 на 7 ноября извержение стало усиливаться. В полночь пачался сильный пеплопад. В 3 ч. утра раздался оглушительный грохот, затем вулкан непрерывно грохотал с 6 ч. 30 м. до 8 ч. утра. Интенсивный пеплопад, сопровождавшийся сильным запахом сернистого газа, продолжался до 10 ч. утра. За ночь выпал слой пепла в 10 мм толщиной. С крыши палатки пепел пришлось сгребать лопатой.

13 ноября вечером высота пеплового облака над кратером достигла 5 км. Всю ночь в эруптивной туче вспыхивали огромные яркие молнии, иногда шаровые, но чаще линейные. Туча пепла оттягивалась к востоку, пеплопад достигал берега и уходил далее в открытый океан. 14 ноября высота столба пепла достигла 7,5 км над кратером, или 10,5 км над уровнем моря.

16—20 ноября в Ключах прошли сильные пеплопады. 17 ноября рассвет наступил очень поздно; в 8 ч. было еще совсем темно (восход солнца в этот день для Ключей — 7 ч. 57 м.). В 9 ч. появилось слабое сумеречное освещение. Весь день стоял мутный полумрак, как в пасмурную лунную ночь. В домах горел электрический свет, автомашины ходили с включенными фарами. Пепел забивал глаза и нос, ясно ощущался запах сернистого газа. Иногда пеплопад усиливался настолько, что на расстоянии 150—200 м уже не были видны освещенные окна домов и уличные фонари. За 25 часов выпал слой пепла в 11,5 мм, или 7,5 кг/м². Это было самое сильное падение пепла с начала извержения. Всего в Ключах к 21 ноября выпал слой пепла в 22 мм, или 14,4 кг/м².

В эти ноябрьские дни сильные пеплопады прошли в радиусе 250 км от вулкана. Темнота наступала в д. Еловка (100 км к северу от вулкана) и в пос. Усть-Камчатск (120 км к востоку).

С конца ноября 1955 г. сила извержения пошла на убыль и к началу декабря вулкан



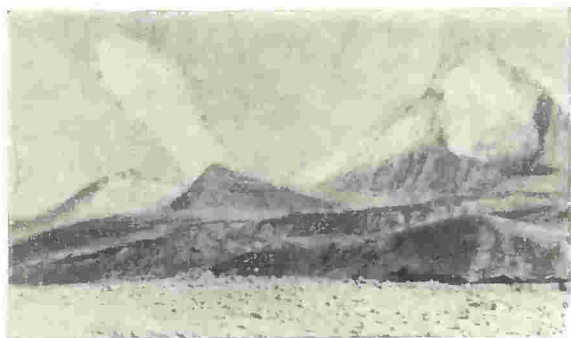
Начальная стадия извержения Безымянного — над кратером поднялась туча пепла

вступил в стадию умеренной деятельности, которая продолжалась до 29 марта 1956 г. Пепловые извержения стали более редкими и значительно более слабыми. 25 января 1956 г. вулкан удалось осмотреть с самолета. Благодаря смелости и искусству опытного летчика А. И. Новоженина мы даже смогли заглянуть в кратер. Против нашего ожидания, глубина кратера оказалась небольшой, дно его имело вид пологого, выпуклого пята и было покрыто рыхлым материалом, из-под которого в одном-двух местах выступали острые скалы темной лавы. Очевидно, вслед за ноябрьскими взрывами, расширившими и углубившими кратер, в нем начался рост купола. В плане кратер имел форму овала размером 700×800 м.

Подробнее деятельность вулкана в начале февраля наблюдалась одним из экспедиционных отрядов. После 7-дневного утомительного перехода по глубокому снегу группа в составе Н. К. Классова, В. А. Бернштейна, каюров Н. В. Селиванова и А. В. Уда-



Ключевская группа вулканов. Слева — Безымянный, в центре — Камень, справа — Ключевская сопка



Вулкан Безымянный после взрыва 30 марта 1956 г. *Справа* — сопка Камень. На переднем плане отложения агломератового потока

чина добралась до нашего осеннего наблюдательного пункта. Отсюда были видны частые небольшие вертикальные взрывы, которые вызывали образование раскаленных лавин.

При сопоставлении сделанных в это время фотографий с более ранними было установлено, что юго-восточная часть вулкана поднялась примерно на 100 м; при этом новая линия склона заметно передвинулась к юго-востоку и вулкан как бы расширился. Столь значительная, редкая деформация вулкана свидетельствовала о необычайно мощном магматическом давлении, которое не могло разрядиться путем выжимания только одного внутрикратерного купола.

30 марта 1956 г. в ходе извержения наступил перелом. В этот день грандиозный взрыв уничтожил вершину вулкана и совершенно изменил не только его форму, но и рельеф окружающей местности. Взрыв произошел в 17 ч. 11 м. местного времени. Одним из первых его увидел линейный монтер из д. Камаки (65 км к северо-востоку от вулкана). Находясь в доме, он почувствовал «давление на уши», т. е. резкое изменение атмосферного давления. Выбежав на улицу, он увидел над вулканом Безымянным косо направленный к востоку (около 30° к горизонту) эруптивный столб, над которым также косо, около 45° к горизонту, быстро росли клубы «дыма», которые через 1—2 минуты закрыли вершины всех вулканов. Через 4—5 минут по долине Сухой Хапицы и у юго-восточного подножия Ключевской сопки стали подниматься светлые пары, причем по долине Хапицы они как бы

катились волнами (это были агломератовые потоки). Вскоре густое, черное эруптивное облако с мощным пеплопадом скрыло дальнейший ход событий. Резкое изменение давления по неприятным ощущениям в ушах отметили многие жители д. Камаки; к сожалению, здесь нет метеостанции, и величина барической волны осталась неизвестной.

Наиболее благоприятные условия наблюдения были в Козыревске: склонявшееся к закату солнце хорошо освещало всю картину извержения, а юго-западный ветер в высоких слоях атмосферы сносил пепел в сторону, оставляя вулкан открытым. Эруптивная туча быстро расширилась веерообразно в стороны и вверх. Нижняя граница образовавшегося гигантского «веера» проходила на уровне 6—8 км, а верхняя на высоте около 35 км. Гиганты Ключевской группы вулканов совершенно потерялись перед грозным величием этой колоссальной вулканической тучи. В момент взрыва все сопки были открыты, но затем быстро затянулись мощными «шапками» атмосферных облаков.

На Ключи с юга стремительно надвинулась пепловая туча главного взрыва. Она сильно клубилась и быстро меняла свои очертания, продвигаясь к северо-востоку. Туча казалась очень плотной и почти осязаемо тяжелой; вместе с ней накатывался и рос сильный гул грома, непрерывно сверкали молнии. Около 17 ч. 40 м., когда туча уже прошла область зенита, начался пеплопад; грязная поверхность подтаявшего снега быстро покрылась светло-серым налетом. Вначале падали только отдельные более крупные песчинки (до 3 мм), которые, как град, стучали по оконным стеклам. К 17 ч. 50 м. пеплопад усилился, а к 18 ч. 20 м. наступила такая непроницаемая тьма, что нельзя было видеть собственную руку, даже поднеся ее к самому лицу. Возвращавшиеся после работы жители блуждали по поселку в поисках своих домов... Оглушительно грохотали непрерывные раскаты грома. Воздух был насыщен электричеством, самопроизвольно звонили телефоны, перегорали репродукторы радиотрансляции, из пьедесталов антенны радиоприемника сыпались искры... Сильно пахло сернистым газом, содержание HCl и SO₂ в 10—15 раз превышало предельно допу-



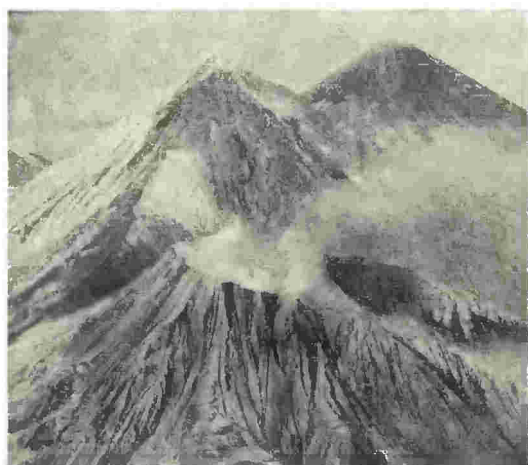
Вулкан Безымянный. *Вверху* — начало извержения, *снизу* — вулкан до извержения (*слева*) и снег, засыпанный вулканическим пеплом (*справа*)

Фото Г. Горшкова





Вулкан Безымянный. *Вверху* — кратер в январе 1956 г., *внизу* — последняя стадия извержения; на заднем плане — сопки Ключевская и Камень (*слева*) и купол, растущий в кратере (*справа*)
 Фото Г. Горикова



стимулю норму. К 21 ч. пеплопад ослабел, показались участки звездного неба. За 3,5 часа в Ключах выпал слой пепла в 20 мм, или 24,5 кг/м².

В районе вулкана Шевелуч (80 км от Безымянной), где в это время находилась группа сотрудников Вулканологической станции во главе с И. И. Гущенко, падение пепла было столь же интенсивным, как и в Ключах. Непрерывно грохотал гром. К 3 ч. утра 31 марта мгла рассеялась. На снегу лежал слой пепла в 2 см.

Сильный пеплопад прошел также в районе устья р. Озерной (около 200 км от Безымянной). В пос. Ука (225 км от вулкана) выпало 3 мм пепла, а в окрестности пос. Оссора (400 км к северо-северо-востоку от вулкана) пепел лег слоем около 1 мм. Осевая часть пеплопада проходила, по всей вероятности, в Беринговом море, к востоку от о-ва Карагинского. Таким образом, пеплопад прошел сравнительно узкой, но длинной полосой, ширина которой достигала в среднем 100 км, а длина превышала 400 км. Общее количество выпавшего пепла на этой площади, по самым скромным подсчетам, составляет 0,2—0,3 км³.

Интересно отметить, что взрыв 30 марта не был слышен ни вблизи, ни в отдалении. Вместе с тем все метеостанции в радиусе по крайней мере 1000 км отметили на обычных барографах отчетливую взрывную волну. Так, в Ключах (45 км от вулкана) изменение давления составило 23,5 мб, а в Марково на Чукотке (1100 км от Безымянной)—1 мб. Чувствительные микробарографы повсюду отметили взрывную волну, которая полтора раза обогнула весь земной шар.

Картина этого необычайного взрыва была грандиозной и намного превосходила все то, что приходилось видеть даже старожилам Камчатки. Но во всей своей мощи извержение предстало только тогда, когда удалось побывать у вулкана и изучить последствия взрыва.

Выпавший слой пепла исключал возможность применения нарт, без которых работа в горах в это время года невозможна. Все же 23—28 апреля нам с каюрами Н. В. Селивановым и Н. И. Удачным удалось пройти в долину Сухой Хапицы. Отсюда с одной нартой, запряженной 24 собаками, мы спустились по песку к долине Большой Хапицы и по пеплу вернулись в Ключи. В этой по-

ездке пришлось бросить одну нарту, часть снаряжения и продовольствия, так как тащить нарт по песку на протяжении 200 км (в оба конца) собакам было не под силу.

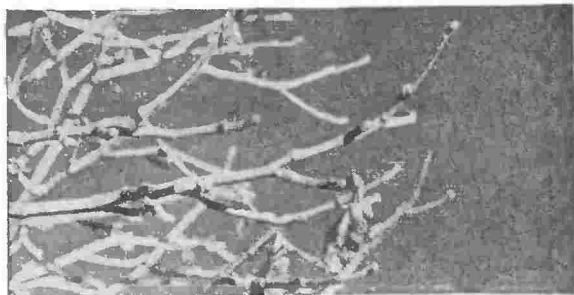
В результате взрыва вулкан Безымянный неузнаваемо преобразился: из правильного, слегка усеченного конуса он превратился в полукольцевой вулкан — кальдеру. Новый громадный кратер занимал не только вершину, но и весь юго-восточный склон до самого подножия, его размеры достигали 1,5×2 км. Наивысшая точка вулкана понизилась на 150—180 м, и теперь он имеет абсолютную высоту около 2900 м, вместо 3085 м до извержения.

Долина Сухой Хапицы, которая берет начало на восточном склоне вулкана, оказалась засыпанной на протяжении 18 км мощным агломератовым потоком из хаотической смеси пепла, песка и глыб лавы всевозможных размеров. С поверхности потока поднимались тысячи вторичных фумарол.

Окрестности вулкана с востока на протяжении 10—13 км были покрыты слоем вулканического песка до 0,5 м мощностью. Далее к востоку на расстоянии до 27—29 км мощность песка быстро уменьшалась до нескольких сантиметров. При взрыве пепел вырывался из кратера с колоссальной силой, подобно струе из гигантского пескоструйного аппарата. Наш базовый домик, расположенный в 12 км от вулкана, был буквально «сдут» — от него не осталось ни одной доски. На расстоянии до 25—30 км от кратера стволы деревьев и кустарников со стороны, обращенной к вулкану, были гладко ободраны; на противоположной



Отложения грязевого потока, образовавшегося 30 марта в долине р. Камчатка в 80 км от вулкана



Вулканический пепел на ветвях деревьев

стороне кора полностью сохранилась. Силой взрыва на расстоянии до 25 км были сломаны и повалены крупные деревья диаметром в 25—30 см. Наш экспедиционный лагерь у Апахончича, в 16 км от Безымянной, отделенный от вулкана глубокими долинами и барьерами лавовых потоков, оказался в зоне уничтожения. К счастью, в момент взрыва там никого не было, и вообще извержение, несмотря на его необычайную силу, не вызвало ни одной человеческой жертвы.

Выпавший на землю пепел направленного взрыва еще сохранял некоторое количество газов и был очень подвижным, «текучим». Он скатывался с возвышенностей вниз, и все долины рек, прилегающих к вулкану, заполнились песчаными потоками мощностью в несколько метров.

В момент взрыва пепел был настолько горячим, что обжигал кору деревьев и кустарников на расстоянии до 27—29 км, а некоторые стволы, по-видимому, сжигал почти целиком. Слой снега, который в конце зимы достигает здесь толщины в 1—2 м, под покровом раскаленного пепла в осевой части взрыва растаял целиком, а в более удаленных местах сохранился лишь частично. Раскаленный материал отложился на площади около 500 км² и таяние снегов было очень бурным. В долине Сухой Хапицы и на склонах Зиминной и Ключевской сопки образовались бурные грязевые потоки, которые понеслись вниз, перенося крупные камни и сокрушая все на своем пути. В осевой части грязевых потоков густые, трудно проходимые леса были буквально счищены, а стволы унесены. Ближе к краям потока деревья и кустарники остались на месте, причем кое-где

образовались непроходимые лесные завалы.

Грязевые потоки, пройдя к востоку до р. Б. Хапицы, повернули вдоль долины последней к северу и в 80—85 км от вулкана впади в долину р. Камчатки. Два больших озера оказались целиком заваленными отложениями грязевого потока. Разветвленная сеть проток и озер предохраняла р. Камчатку от катастрофического подъема воды, но принесенная масса грязи настолько загрязнила реку, что в Усть-Камчатске в течение целой недели речную воду нельзя было пить и даже употреблять для технических целей. Грязь вызвала также массовую гибель рыбы в реке.

В целом рисуется следующая схема взрыва 30 марта. Гигантский взрыв захватил не только вершинный кратер, но и юго-восточный склон вулкана. Первый взрыв был направлен к ЮВ под углом 30—40° к горизонту; в этом направлении со страшной силой вырвалась веерообразная струя раскаленного пепла. О силе этой струи говорят сломанные деревья и ободранные стволы кустарника на расстоянии до 25—30 км от вулкана. В результате взрыва образовался большой открытый к востоку кратер размером 1,5×2 км. Тучи пепла над кратером поднялись на высоту в 35—40 км. К ССВ от вулкана на протяжении более 400 км прошел сильный пеплопад.

Вслед за взрывом 30 марта в новом кратере началось выжимание экструзивного лавового купола. Рост купола, как обычно, сопровождался взрывами слабой и умеренной силы. Нередко формировались раскаленные лавины, которые скатывались по склонам купола, и иногда через брешь в кратере выходили за пределы вулкана на 1—2 км.

К началу июля 1956 г. формирование купола в основном закончилось. В августе высота купола была определена в 320 м. В это время на куполе проходили частые, но очень слабые взрывы и обрушения, при которых обнажалась раскаленная светящаяся лава. Судя по тускло-красному свечению, температура лавы не превышала 700°. Нередко по склонам купола скатывались небольшие раскаленные лавины.

27 августа 1956 г. автор с группой сотрудников (Г. Е. Богоявленская, Н. К. Класов) совершил восхождение в кратер Безы-

мянной, и для сбора образцов свежей лавы прошел к подножью купола. К сожалению, опасность длительного пребывания в кратере извергающегося вулкана не позволила нам ознакомиться со строением кратера более подробно. Лава купола, как и лава агломератового потока, оказалась рогово-обманковым андезитом.

Поздней осенью 1956 г. извержение полностью закончилось, и в конце декабря купол остыл настолько, что, за исключением самой вершины, был целиком покрыт снегом. В последующие месяцы вулкан проявлял лишь усиленную фумарольную деятельность.

* * *

Наиболее выдающимся событием в ходе извержения вулкана Безымянного был гигантский взрыв 30 марта 1956 г. со всеми сопровождавшими его явлениями и особенно — образование в долине Сухой Хапицы большого агломератового потока с тысячами вторичных фумарол. Эта картина столь напоминала описание знаменитого катматского потока на Аляске, что мы окрестили долину Сухой Хапицы «Камчатской Долиной Десяти Тысяч Дымов».

Детально агломератовый поток был обследован летом 1956 г. Очертания потока оказались довольно сложными (см. карту), наибольшая ширина доходит до 4 км, его площадь составляет 55—60 км². Мощность потока в краевой части равна 20—30 м, в центральной части она, вероятно, доходит до 100 м. Если принять за среднюю мощность 50 м, то объем агломератового потока определится в 3 км³. Трудно себе представить масштаб раскаленных лавин, которые бушевали здесь под покровом непроглядного пеплопада!

Подавляющая часть фумарол на потоке была приурочена к стенкам и руслам постоянных и временных водотоков. Температура фумарольных газов доходила до 200°, но преобладала температура около 100°. По составу фумаролы представляли собой паровые струи с примесью воздуха и кислых газов. Воздух сильно обеднен кислородом: отношение кислорода к азоту 1/48 вместо 1/4 в атмосфере. Очевидно, в толще агломератового потока идут мощные окислительные процессы.

В ясные и жаркие дни, когда горные лед-

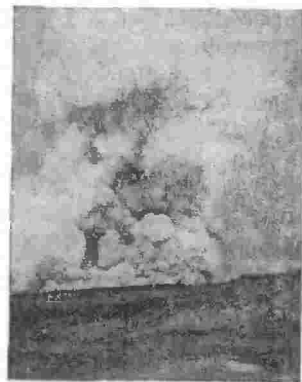
пики таяли сильнее и в русле Сухой Хапицы бурно прибывала вода, берега, сложенные горячим агломератовым материалом, быстро размывались, сползая и обрушиваясь в воду. Каждое такое обрушение вызывало паровой взрыв — своеобразное «вторичное извержение», при котором на высоту в 200—300 м выбрасывались пепловые облака. Особенно сильно взрывы проявлялись в те дни, когда в горах проходили ливневые дожди.

Тогда на поверхности агломератового потока возникали сотни и тысячи центров вторичных взрывов. Облака пепла поднимались на высоту до 0,5 км и оттягивались на 2—3 км в сторону, высеивая пепел; наш лагерь, находившийся на агломератовом потоке, оказывался окруженным многими десятками центров вторичных взрывов. Картина была совершенно феерической.

Воды р. Сухой Хапицы переполнялись рыхлым материалом, образуя густую, но очень подвижную грязь, в которой, подобно деревьям, легко плыли крупные камни. Особенно удивительно было видеть, как в водах после водопадов камни медленно плавали и кружились в струях противотечения. Масса твердого материала составляла до 95%, и в ведре такой грязи к утру отстаивалось всего лишь несколько сантиметров воды. Огромное количество горячего материала, обрушивающегося в воду, вызывало нагревание холодных ледниковых вод (в Сухой Хапице до 35—45°).

Пепел агломератового потока содержал заметные количества растворимых в воде веществ, поэтому вода Сухой Хапицы была горько-кислая и для питья приходилось довольствоваться дождевой водой, которую удавалось набрать с крыши палатки.

В течение всей зимы 1956/57 г. агломератовый поток оставался теплым и не покрывался снегом. Было подсчитано, что



Мощные вторичные взрывы на поверхности агломератового потока

запас тепла в массе агломератового потока достаточно велик и можно предположить, что фумарольные и взрывные явления в долине Сухой Хапицы будут продолжаться еще в течение длительного времени.

Как уже говорилось, извержению предшествовал рой вулканических землетрясений, которые продолжались в течение всего извержения. За 9 месяцев (с октября 1955 г. по июнь 1956 г.) в Ключах было зарегистрировано 33 150 толчков, т. е. в среднем каждые 12 минут происходило одно землетрясение. В начале эруптивной стадии извержения число землетрясений быстро достигло 350—450 за сутки, а энергия землетрясения была все время сравнительно постоянной — порядка 10^{19} эрг за сутки. К концу стадии мощных пелловых извержений одновременно с ослаблением взрывов наступил не менее резкий спад числа толчков. Но несмотря на то, что с конца ноября 1955 г. число землетрясений резко упало (до 100 за сутки), энергия землетрясений сохранялась на прежнем уровне, и мы ожидали дальнейшего развития извержения.

С конца февраля 1956 г. наметилось устойчивое уменьшение энергии землетрясений. Казалось, извержение исчерпало источник своих сил и заканчивается. Но именно в это время, на спаде сейсмической энергии, произошел гигантский кульминационный взрыв 30 марта. Вслед за этим сейсмическая энергия продолжала неуклонно падать, и к концу июня сила землетрясений снизилась до значений в 10^{14} эрг за сутки, а число землетрясений — до одного. Чрезвычайно слабая сейсмическая активность продолжалась, постепенно замирая, до конца 1956 г.

Изменение числа землетрясений и их энергии находились в прямой связи с ходом извержения, но вместе с тем не совпадали между собой: число землетрясений в значительной мере зависело от вулканических взрывов и других частных поверхностных явлений; энергетическая же характеристика зависела преимущественно от более сильных толчков, которые все без исключения имели повышенную глубину и являлись следствием более глубоких вулканических процессов, определяющих общий ход извержения.

Анализ связи сейсмических и вулканических явлений может не только помочь предсказать время начала извержения, но в известной мере и предугадать ход извержения.

Среднее значение энергии взрыва 30 марта, определенное тремя независимыми методами (по энергии сопутствующего землетрясения, по энергии воздушной волны, а также по массе и начальной скорости взорванного материала), соответствует приблизительно 4×10^{23} эрг. Эта огромная величина равна работе Куйбышевской ГЭС в течение целого года. Сила воздушной волны взрыва в десятки раз превосходила силу взрывной волны водородных бомб или знаменитого Тунгусского метеорита.

По максимальному расстоянию, на которое был выброшен изверженный материал, можно определить начальную скорость взрыва; она оказалась равной 500—600 м/сек, т. е. почти в два раза превосходила скорость звука. Начальное давление взрыва соответствовало 3000 ат.

Тепловая энергия извержения определяется в $3,6 \times 10^{25}$ эрг, а энергия взрыва составляет всего лишь около 1% этой величины. В процессе извержения доля энергии газов более чем скромная. С этой точки зрения старое положение о том, что «газ является активным агентом, а магма только носителем газа», не правильно. Очевидно, основной движущей силой извержения служит тепловая энергия магмы, а газ — лишь трансформатор этой энергии в взрывную, причем к. п. д. вулкана как тепловой машины очень низок.

Приведенные выше величины характеризуют извержение Безымянной действительно как гигантское — оно стоит в одном ряду с извержениями Кракатау в 1883 г., Катмаи в 1912 г. и Пеле в 1902 г. По характеру оно ближе всего соответствует извержению Катмаи. Уже первые, предварительные итоги изучения извержения сопки Безымянной показали ошибочность многих общепринятых точек зрения по поводу условия образования катмайского агломератового потока и извержения Катмаи вообще. Дальнейшее изучение необычайного извержения на Камчатке позволит решить ряд вопросов общей вулканологии.